

(51)

Int. Cl. 2:

F04B 1

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 37 178 A 1

(11)

# Offenlegungsschrift 28 37 178

(21)

Aktenzeichen:

P 28 37 178.0-15

(22)

Anmeldetag:

25. 8. 78

(43)

Offenlegungstag:

6. 3. 80

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31) —

(54)

Bezeichnung:

Axial-Drehkolbenpumpe

(71)

Anmelder:

Alekseev, Aleksandr Konstantinovitsch, Moskau;  
Makuschin, Sergej Alekseevitsch, Moskovskaya oblast (Sowjetunion)

(74)

Vertreter:

Nix, F.A., Dipl.-Ing. Dr.jur., Pat.-Anw., 6200 Wiesbaden

(72)

Erfinder:

gleich Anmelder

(56)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-GM 18 08 189

FR 15 90 641

DE 28 37 178 A 1

## PATENTANSPRÜCHE

①. Axial-Drehkolbenpumpe, in deren umlaufendem Zylinderblock Kolben hin- und herbeweglich untergebracht sind, die Arbeitskammern begrenzen, die abwechselnd mit einer Saugöffnung und mit einer Drucköffnung in Verbindung kommen, welche Öffnungen an der Stirnfläche einer Verteilerscheibe ausgeführt sind, die mit der Stirnfläche des Zylinderblocks kontaktiert, an welcher die Austrittsöffnungen der Arbeitskammern angebracht sind, wobei an einer Überbrückung zwischen der Saug- und der Drucköffnung der Verteilerscheibe eine zusätzliche Öffnung ausgeführt ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß jede Arbeitskammer /19/ im Augenblick, da sie sich in der Zone der Überbrückung /23/ zwischen den Öffnungen /12 und 13/ der Verteilerscheibe /6/ befindet, mit der zusätzlichen Öffnung /14/ in Verbindung gesetzt ist, die mit einem Behälter /16/ in Verbindung steht, der über eine Drossel /18/ mit der Drucköffnung /13/ verbunden ist.

2. Axial-Drehkolbenpumpe nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die zusätzliche Öffnung /14/ an der Stirnfläche /6a/ der Verteilerscheibe /6/ in radialer Richtung bezüglich der Saugöffnung /12/ und der Drucköffnung /13/ außerhalb der Grenze der äus-

seren Kante der Öffnung /20/ der Arbeitskammer /19/ des Zylinderblocks /3/ gelegen ist, und die Verbindung einer jeden Arbeitskammer /19/ mit der zusätzlichen Öffnung /14/ der Verteilerscheibe /6/ mittels einer zusätzlichen Austrittsöffnung /21/ zustandegebracht ist, die an der Stirnfläche /3a/ des Zylinderblocks /3/ ausgeführt, mit der Arbeitskammer /19/ verbunden und so angeordnet ist, daß im Augenblick, da sich die Arbeitskammer /19/ in der Zone der Überbrückung /23/ zwischen der Saugöffnung /12/ und der Drucköffnung /13/ befindet, sie über ihre zusätzliche Öffnung /21/ nur mit der zusätzlichen Öffnung /14/ der Verteilerscheibe /6/ in Verbindung steht.

3. Axial-Drehkolbenpumpe nach Anspruch 1, d a -  
d u r c h      g e k e n n z e i c h n e t , daß der Querschnitt der Drossel /18/ so gewählt ist, daß im Augenblick der Verbindung der Arbeitskammer /19/ mit der zusätzlichen Öffnung /14/ der Druck im Behälter /16/ im wesentlichen dem Druck in der Drucköffnung /13/ gleich ist.

2837178

. 3.

Anmelder und Erfinder:

1. Alexandr Konstantinovich Alexeev,  
Ingenieur,  
UdSSR, Moskau, ulica 3 linia 13, kv. 188
2. Sergei Alexeevich Makushin,  
Ingenieur,  
UdSSR, Moskovskaya oblast, Balashikha,  
ulica Lesnaya 5a, kv. 11

030010/0343

#### AXIAL-DREHKOLBENPUMPE

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Verdränger-Hydraulikantriebe, genauer auf Axialkolbenpumpen, die als Druckquellen in Hydrauliksystemen von Flugapparaten, Hebezeugen und Straßenbaumaschinen verwendet werden; bekannt ist die Anwendung dieser Pumpen in Hochsee- und Flußschiffen, metallurgischen Walzwerken, Werkzeugmaschinen, automatischen Fertigungsstraßen und automatischen Einrichtungen.

Mit dem größten Effekt kann diese Erfindung in Hydrauliksystemen von Flugapparaten und Unterseebooten verwendet werden, wo außer den erhöhten Anforderungen, die an die Leistung der Pumpen, deren Lebensdauer und Zuverlässigkeit gestellt werden, wesentliche Begrenzungen hinsichtlich des Pegels des von ihnen erzeugten Geräusches und der Größe der hochfrequenten Druckpulsation bestehen.

Die Praxis des Einsatzes von Axialkolbenpumpen insbe-

sondere in Hydrauliksystemen von Flugapparaten hat gezeigt, daß die in den letzten Jahren eingebürgerte Tendenz des Übergangs zu leistungsstarken Schnellläufer-Pumpen ein beträchtliches Anwachsen der Amplituden von hochfrequenten Druckpulsationen herbeiführt, die von ihnen in Druckleitungen der Hydrauliksysteme verursacht werden. Hierbei hängt die Amplitude der Druckschwankungen von der Größe der Ungleichförmigkeit der Pumpenförderung ab, die ihrerseits mit dem Anstieg der Drehzahlen der Pumpenwelle, der Förderdrücke und der spezifischen Durchlaufmenge der Pumpe zunimmt. Wenn deshalb in einer Pumpe mit einer Durchlaufmenge von  $q = 10 \text{ cm}^3/\text{U}$  der Ausschlag der Druckschwankungen  $\Delta p$  im Bereich der Wellendrehzahlen von 500 bis 4500 U/min /5-12/  $\times 10^5 \text{ N/m}^2$  bei einem Druck von  $p = 200 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  betrug, so hat in einer Pumpe mit einer Durchlaufmenge von  $q = 30 \text{ cm}^3/\text{U}$  die Größe  $\Delta p$  bereits /15-40/  $\times 10^5 \text{ N/m}^2$  ausgemacht. Hierbei stieg bei Resonanzbetriebszuständen der Pumpe und der von dieser gespeisten Hydrauliksysteme die Größe  $\Delta p$  um das 1,5-2-fache und erreichte /50-60/  $\times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Wenn man berücksichtigt, daß die Druckpulsationen mit der Zunahme von  $p$ ,  $q$ ,  $n$  praktisch linear ansteigen, so betragen die erwarteten maximalen Größen  $\Delta p$  beim Übergang zum Betriebszustand mit erhöhten  $n$  in der Größenordnung von 6000-8000 U/min /70-80/  $\times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Die Lebensdauer der Rohrleitungen bei dieser Größe  $\Delta p$  übersteigt, die experimentelle Unter-

090010/0343

BAD ORIGINAL

2837178

- 5 -  
. 6 .

suchungen ergeben haben, nicht 5 Stunden. Der von dieser Pumpe erzeugte Geräuschpegel wächst ebenso wie die Größe  $\Delta p$  mit dem Anstieg der Drehzahlen der Pumpenwelle, des Förderdrucks und der spezifischen Durchlaufmenge an. Deswegen ist die Schaffung einer neuartigen Konstruktion der Axialkolbenpumpe, die eine Verminderung des Geräuschpegels und des Ausschlags der Druckpulsation und als Folge davon eine Erhöhung der Lebensdauer und Zuverlässigkeit des Hydrauliksystems und der Pumpe insgesamt gewährleistet, eine aktuelle Aufgabe für alle Hersteller und Benutzer von Axialkolbenpumpen.

Allgemein bekannt ist eine Axial-Drehkolbenpumpe, bei der im umlaufenden Zylinderblock Kolben hin- und herbeweglich untergebracht sind. Die letzteren begrenzen Arbeitskammern, von denen jeweils <sup>einige</sup> mit einer Saugöffnung, die anderen aber mit einer Drucköffnung in Verbindung stehen, welche Öffnungen an der Stirnfläche einer feststehenden Verteilerscheibe ausgeführt sind. Mit der Stirnfläche der Steuerscheibe wirkt die Stirnfläche des Zylinderblocks zusammen, an der die Austrittsöffnungen der Arbeitskammern angebracht sind. Die Verteilerscheibe ist mit Nullüberdeckung ausgeführt, d.h., die Breite einer Überbrückung in Umfangsrichtung zwischen der Saugöffnung und der Drucköffnung ist gleich der Breite der Öffnung in Umfangsrichtung vor jeder Arbeitskammer des Zylinderblocks.

Bekanntlich laufen die Arbeitsprozesse in solchen

030010/0343

BAD ORIGINAL

Pumpen auf die folgende Weise ab: die Arbeitskammer des Zylinderblocks, in der der Kolben den Saughub mit einem Saugdruck von  $p = p_1$  beendet hat und den Druckhub beginnt, wird über die Drucköffnung der Verteilerscheibe mit einer Hauptdruckleitung, in welcher der Förderdruck  $p_2$  herrscht, in Verbindung gesetzt. Hierbei strömt die Flüssigkeit unter der Einwirkung eines Druckgefälles, das der Differenz zwischen dem Förderdruck und dem Arbeitskammerdruck  $\Delta p = p_2 - p$  gleich ist, aus der Hauptdruckleitung in die Arbeitskammer so lange über, bis der Druck  $p$  in ihr gleich  $p_2$  wird. Aus der Analyse des Arbeitsprozesses folgt, daß die Abhängigkeit der ungleichförmigen Förderung  $\Delta Q$  von der Zeit eine periodische polyharmonische Funktion ist, wobei der Höchstwert der Größe  $\Delta Q$ , der der Differenz der augenblicklichen Förderwerte  $Q_{\max}$  und  $Q_{\min}$  gleich ist und durch die Zeit der Überströmungen der Flüssigkeit aus der Hauptdruckleitung in die Arbeitskammer bestimmt wird, mit dem Anstieg der Drehzahlen der Pumpenwelle, des Druckunterschieds zwischen der Arbeitskammer und der Hauptdruckleitung sowie der spezifischen Durchlaufmenge der Pumpe anwächst.

Hieraus folgt, daß die Herabsetzung der Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung  $\Delta Q$  auf zwei Wegen erzielt werden kann. Der erste läßt sich auf die Verminderung des Druckunterschieds zwischen dem Druck in der Arbeitskammer  $p$  und dem Druck in der Hauptdruckleitung  $p_2$  im Augenblick ihrer Verbindung zurückführen, während der zweite auf die



Vergrößerung der Zeit  $t_1$  der Überströmungen der Flüssigkeit aus der Hauptdruckleitung in die Arbeitskammer hinausläuft. Der Nachteil der bekannten Pumpe besteht in der erhöhten

Ungleichförmigkeit der Förderung, die im Hydrauliksystem erhöhte Druckschwankungen hervorruft, die zur Senkung der Lebensdauer und Zuverlässigkeit des Hydrauliksystems und der Pumpe führen<sup>en</sup>. Die Versuche, den Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Hauptdruckleitung zu vermindern, führten zu einer Bauart der Axial-Drehkolbenpumpe, die in der Arbeit von W. Ernst "Hydraulikantrieb und sein industrieller Einsatz", Maschgis, 1963, S. 193, beschrieben ist.

Die bekannte Pumpe besitzt einen umlaufenden Zylinderblock, in dessen Zylindern Kolben hin- und herbeweglich untergebracht sind. Sie begrenzen Arbeitskammern, von denen die einen mit einer Saugöffnung, die anderen aber mit einer Drucköffnung in Verbindung stehen, welche Öffnungen an der Stirnfläche einer feststehenden Verteilerscheibe ausgeführt sind. Mit der Stirnfläche der Verteilerscheibe wirkt die Stirnfläche des Zylinderblocks zusammen, an der die Austrittsöffnungen der Arbeitskammern angebracht sind. Die Verteilerscheibe ist mit einseitiger positiver Überdeckung ausgeführt, d.h., der Anfang der Drucköffnung ist in Umlaufrichtung des Zylinderblocks um einen gewissen Winkel versetzt, derart, daß die Breite einer Überbrückung in Umfangsrichtung zwischen der Saug-

öffnung und der Drucköffnung größer ist als die Breite der Öffnung der Arbeitskammer in Umfangsrichtung. Bei dieser Ausführung der Pumpe wird ein Teil des Kolbenhubs für die Verdichtung der Flüssigkeit in der Arbeitskammer bis auf einen Druck aufgebracht, der dem Druck in der Hauptdruckleitung ungefähr gleich ist, wonach die eigentliche Förderung der Flüssigkeit beginnt. Dieses Verfahren gestattet es, bei einer richtig berechneten Überdeckungsgröße die Ungleichmäßigkeit der Pumpenförderung um das 2-3-fache herabzusetzen.

Jedoch bleibt bei diesen Pumpen die Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung ziemlich hoch, und außerdem wird infolge der Schwierigkeit bei der Gewährleistung der optimalen Überdeckungsgröße für die Pumpen, die in weitem Bereich von Drücken und Temperaturen der Arbeitsflüssigkeit arbeiten, die breite Anwendung dieser konstruktiven Lösung eingeschränkt. Die einseitige positive Überdeckung wird nicht mehr effektiv bei der Arbeit von Pumpen veränderlicher Förderung mit geringen Durchlaufmengen der Flüssigkeit in der Hauptdruckleitung. Dies hängt damit zusammen, daß bei der Arbeit der Pumpe in diesen Betriebszuständen eine starke Verminderung der Hublänge des Kolbens erfolgt und als Folge davon sich eine entsprechend kleinere Größe der Vorverdichtung der Flüssigkeit in dem Augenblick ergibt, da die Arbeitskammer die Überbrückung zwischen der Saug- und der Drucköffnung passiert, und der Arbeitsprozeß einer derartigen Pumpe ist dem Arbeitsprozeß in den Pumpen mit Nullüberdeckung an

- 7 -  
. 10.

2837178

dem Verteiler ähnlich.

Eine gewisse Vervollkommnung dieser konstruktiven Lösung, die mit einer Erweiterung des Bereichs der effektiven Arbeit bezogen auf den Druck und die Temperatur der Arbeitsflüssigkeit verbunden ist /siehe die BRD-Patentschrift Nr. 1211943, Kl. 59a, 14 vom 3.3.1966/, ist durch Einführung eines besonderen Ventils gewährleistet, das an der Überbrückung zwischen der Saug- und der Drucköffnung der Verteilerscheibe angeordnet ist. Das Ventil ist mit der Hauptdruckleitung verbunden. Die Überdeckung wird in diesem Fall beträchtlich größer ausgelegt, derart, daß beim Erreichen in der Arbeitskammer der geforderten Druckhöhe das Ventil sich öffnet und die Förderung der Flüssigkeit in die Hauptdruckleitung eher beginnt als die Austrittsöffnung der Verbrennungskammer des Zylinderblocks mit der Drucköffnung der Verteilerscheibe in Verbindung gesetzt wird. Ein wesentlicher Nachteil dieser konstruktiven Lösung insgesamt ist eine schroffe Verminderung der Wirksamkeit, d.h. eine Zunahme der Größe  $\Delta Q$  der Ungleichförmigkeit der Pumpenförderung beim Übergang der Pumpe veränderlichen Förderstroms zu den Betriebszuständen mit geringen Durchlaufmengen. In diesem Fall wird die Hublänge des Kolbens und folglich die Verdichtungsgröße der Flüssigkeit stark verringert, und der Arbeitsprozeß einer solchen Pumpe ist den Arbeitsprozessen in Pumpen mit Nullüberdeckung an dem Verteiler ähnlich.

030010/0343

- 8 -

2837178

. M.

Ein anderer Weg zur Herabsetzung der Größe  $\Delta Q$  der Ungleichförmigkeit der Pumpenförderung ist die Vergrößerung der Zeit  $t_1$  der Überströmungen aus der Hauptdruckleitung in die Arbeitskammer des Zylinderblocks. Eine Bauart der Pumpe, die diesen Weg der Senkung der Ungleichförmigkeit der Förderung realisiert, ist in der Arbeit von I. Z. Zaitchenko u. a. "Ponizhenie urovnya shuma aksilno-porshnevogo nasosa putem uluchsheniya konstruktssil tortsovogo raspredelitelya" /Absenkung des Geräuschpegels einer Axialkolbenpumpe durch Verbesserung der Konstruktion des stirnseitigen Verteilers/, "Vestnik machinostroeniya", 1969, Nr. 4 beschrieben.

Die Pumpe besitzt einen umlaufenden Zylinderblock, in dessen Zylindern Kolben hin- und herbeweglich untergebracht sind. Sie begrenzen Arbeitskammern, von denen die einen mit einer Saugöffnung, die anderen aber mit einer Drucköffnung in Verbindung stehen, welche Öffnungen an der Stirnfläche einer feststehenden Verteilerscheibe ausgeführt sind. Mit der Stirnfläche der Verteilerscheibe wirkt die Stirnfläche des Zylinderblocks zusammen, an der die Austrittsöffnungen der Arbeitskammern angebracht sind. An einer Überbrückung zwischen der Saugöffnung und der Drucköffnung befindet sich mindestens ein Schlitz, die mit der Drucköffnung in Verbindung steht. Die maximale Größe der Versetzung des Schlitzes in der Umfangsrichtung übersteigt nicht  $10^\circ$ . Der Querschnitt

030010/0343

des Schlitzes ist bedeutend kleiner als der Querschnitt der Drucköffnung, was die Zeit  $t_1$  der Überströmungen der Flüssigkeit aus der Drucköffnung in die Arbeitskammer vergrößert und folglich die Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung verringert. In dieser Bauart der Pumpe kann die Größe  $\Delta Q$  der Ungleichförmigkeit der Flüssigkeitsförderung etwa um das 1,5-fache herabgesetzt werden. Dieser Typ der Pumpe ist viel besser der Änderung des Förderdrucks, der Temperatur und der Eigenschaften der Flüssigkeit angepaßt. Aber eine niedrige Wirksamkeit und die in der Schnellläuferpumpe des Hydrauliksystems eines Flugapparates auftretende Zerstörung des Schlitzes durch Hydroerosion schränken die Anwendung der Pumpe ein.

Bekannt ist noch eine Pumpe /Beitrag "Geräusch in Hydraulikpumpen", Zeitschrift "Juzau", 1967, Heft 10, Nr.2, S. 2532-2538/, bei der die Größe  $\Delta Q$  der Ungleichförmigkeit<sup>der</sup> Flüssigkeitsförderung durch Vergrößerung der Zeit  $t_1$  der Überströmungen aus der Hauptdruckleitung der Pumpe in deren Arbeitskammer des Zylinderblocks verringert ist.

In dem umlaufenden Zylinderblock der Pumpe sind Kolben hin- und herbeweglich untergebracht, die Arbeitskammern begrenzen. Die einen von den Kammern stehen mit einer Saugöffnung, die anderen aber mit einer Drucköffnung in Verbindung. Die Saug- und die Drucköffnung sind an der Stirnfläche einer feststehenden Verteilerscheibe ausgeführt, welche Stirnfläche mit der Stirnfläche des Zylinderblocks zusam-

menwirkt, an der die Austrittsöffnungen der Arbeitskammern angebracht sind. An einer Überbrückung zwischen der Saug- und der Drucköffnung ist innerhalb der Breite der Austrittsöffnung der Arbeitskammer im Bereich des oberen Totpunktes eine zusätzliche Öffnung ausgeführt, die mit der Hauptdruckleitung der Pumpe in Verbindung gesetzt ist.

Die Verbindung der Arbeitskammer, in der der Kolben den Druckhub beginnt, mit der Hauptdruckleitung der Pumpe erfolgt durch die zusätzliche Öffnung.

Die bekannte Pumpe hat eine ziemlich hohe Größe  $A_Q$  der Ungleichförmigkeit der Förderung wegen nur unerheblicher Vergrößerung der Zeit der Überströmungen der Flüssigkeit aus der Hauptdruckleitung in die Arbeitskammer, und außerdem führt die Hydroerosions-Zerstörung der zusammenwirkenden Stirnflächen von Zylinderblock und Verteilerscheibe zu einer Verunreinigung des Systems und zu einem Rückgang des Wirkungsgrades der Pumpe.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axial-Drehkolbenpumpe zu schaffen, in der durch die Verbindung der Arbeitskammer mit der Hauptdruckleitung der Pumpe eine hohe Effektivität der Herabsetzung der Größe der Ungleichförmigkeit der Flüssigkeitsförderung in weitem Bereich der Drehzahlen der Pumpenwelle, der Förderdrücke und Temperaturen der Arbeitsflüssigkeit gewährleistet wären.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in

der Axial-Drehkolbenpumpe, in deren umlaufendem Zylinder - block Kolben hin- und herbeweglich untergebracht sind, die Arbeitskammern begrenzen, die abwechselnd mit einer Saugöffnung und mit einer Drucköffnung in Verbindung kommen, welche Öffnungen an der Stirnfläche einer feststehenden Verteilerscheibe ausgeführt sind, die mit der Stirnfläche des Zylinderblocks kontaktiert, an welcher die Austrittsöffnungen der Arbeitskammern angebracht sind, wobei an einer Überbrückung zwischen der Saug- und der Drucköffnung der Verteilerscheibe eine zusätzliche Öffnung ausgeführt ist, erfindungsgemäß jede Arbeitskammer im Augenblick, da sie sich in der Zone der Überbrückung zwischen den Öffnungen der Verteilerscheibe befindet, mit der zusätzlichen Öffnung in Verbindung gesetzt ist, die mit einem Behälter in Verbindung steht, der über eine Drossel mit der Drucköffnung verbunden ist.

Der Arbeitsprozeß in einer solchen Pumpe verläuft folgenderweise: die Arbeitskammer wird, nachdem sie die Saugöffnung passiert hat, mit der zusätzlichen Öffnung an der Verteilerscheibe verbunden, die mit dem Behälter in Verbindung steht, in welchem der Druck dem in der Hauptdruckleitung gleich ist. Hierbei strömt die Flüssigkeit aus dem Behälter in die Arbeitskammer so lange über, bis die Drücke in ihnen gleich werden, d.h. es findet die Kompression der Flüssigkeit in der Arbeitskammer statt. Da dabei das Volu-

men der Flüssigkeit in der Arbeitskammer um vieles kleiner ist als das Volumen des Behälters, ist die Höhe des stationären Gleichgewichtsdruckes dem Druck in der Hauptdruckleitung gleich. Deshalb beginnt der Kolben die Flüssigkeitsförderung in die Hauptdruckleitung, bei einem Druck in der Arbeitskammer ungefähr gleich dem Druck in der Hauptdruckleitung. Die Wiederherstellung des Drucks im Behälter auf die Druckhöhe in der Hauptdruckleitung geschieht durch die Arbeitskammer des Kolbens, die zusätzliche Öffnung an der Verteilerscheibe und die Drossel, die den Behälter mit der Hauptdruckleitung verbindet.

Die Zeit der Überströmungen der Flüssigkeit aus der Hauptdruckleitung wächst dabei aufgrund ihrer Drosselung in die Arbeitskammer und den Behälter an, und die Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung nimmt dementsprechend ab.

Zweckmäßigerweise ist die zusätzliche Öffnung an der Oberfläche der Verteilerscheibe in radialer Richtung bezüglich der Saugöffnung und der Drucköffnung außerhalb der Grenzen der äußeren Kante der Austrittsöffnung der Arbeitskammer des Zylinderblocks gelegen, und die Verbindung jeder Arbeitskammer mit der zusätzlichen Öffnung der Verteilerscheibe ist mittels einer zusätzlichen Austrittsöffnung zustandegebracht, die an der Stirnfläche des Zylinderblocks ausgeführt, mit der Arbeitskammer verbunden und so angeordnet ist, daß im Augenblick, da sich die Arbeitskammer



in der Zone der Überbrückung zwischen der Saug- und der Drucköffnung befindet, sie über ihre zusätzliche Öffnung nur mit der zusätzlichen Öffnung der Verteilerscheibe in Verbindung steht.

Vorzugsweise ist der Querschnitt der Drossel so gewählt, daß im Augenblick der Verbindung der Arbeitskammer mit der zusätzlichen Öffnung der Druck im Behälter im wesentlichen dem Druck in der Drucköffnung gleich ist.

Diese Ausführung der zusätzlichen Öffnungen an der Stirnfläche des Zylinderblocks und der mit ihr zusammenwirkenden Stirnfläche der Verteilerscheibe sowie die Wahl des Querschnitts der Drossel führen zu einer beträchtlichen Herabsetzung der Ungleichförmigkeit der Förderung aufgrund der Kompression der Flüssigkeit in der Arbeitskammer in dem Augenblick, da sie sich in der Zone der Überbrückung zwischen der Saug- und der Drucköffnung befindet, und zu einer wesentlichen Vergrößerung der Zeit der Überströmungen. Jede Arbeitskammer wird, nachdem sie die Saugöffnung passiert hat, über die zusätzliche Öffnung an der Stirnfläche des Zylinderblocks und die zusätzliche Öffnung an der Stirnfläche der Verteilerscheibe mit dem Behälter verbunden, in dem der Druck dem Druck in der Hauptdruckleitung gleich

ist. Die Flüssigkeit, die aus dem Behälter in die Arbeitskammer überströmt, steigert in dieser den Druck auf einen Wert, der ungefähr dem Druck in der Hauptdruckleitung gleich ist, wonach die Arbeitskammer bei der weiteren Winkelschiebung des Zylinderblocks von dem Behälter getrennt und mit der Drucköffnung verbunden wird. Der Behälter wird über die Drossel mit Flüssigkeit aus der Hauptdruckleitung gespeist. Der Querschnitt der Drossel ist so gewählt, daß im Augenblick vor der Ankunft einer nächstfolgenden Arbeitskammer der Druck im Behälter dem Druck in der Hauptdruckleitung gleich ist. Die Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung  $\Delta Q$  sinkt dabei um das 2-fache. Da in dieser Pumpe die Kompression der Flüssigkeit in der Arbeitskammer aufgrund die Überströmungen der Flüssigkeit vor sich geht, hängt die Senkung der Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung  $\Delta Q$  nicht von den Eigenschaften der Arbeitsflüssigkeit, der Drehzahlen der Pumpenwelle usw. ab.

Die Konstruktion der Pumpe nach der Erfindung gestattet es, die Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung und die Druckpulsationen gegenüber den bekannten Pumpen um das 2-3-fache herabzusetzen. Insbesondere änderten sich für eine Pumpe mit einer Durchlaufmenge von  $q = 15 \text{ cm}^3/\text{U}$ , die bei einem Druck von  $200 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  arbeitete, die Amplituden der hochfrequenten Pulsation im Bereich von 300 bis 4500 U/min dementsprechend zwischen  $2 \times 10^5$  bis  $8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Die ge-

nannten Größen der Pulsationen wurden in einem Bereich der Drücke von  $10 \times 10^5$  bis  $200 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  und der Temperaturen von  $-50$  bis  $+180^\circ\text{C}$  erhalten. Die Pumpe nach der Erfindung zeichnet sich durch einfache und zuverlässige Ausführung aus, sie besitzt keine beweglichen Elemente, welche die Konstruktion der Pumpe komplizierter machen, und erfordert keine spezielle technologische Ausrüstung.

Andere Ziele und Vorteile der Erfindung werden aus einem folgenden Ausführungsbeispiel und beiliegenden Zeichnungen verständlicher; in den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 Axialdrehkolbenpumpe gemäß der Erfindung im Längsschnitt;

Fig. 2 Schnitt nach Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3 Schaubild der Momentanförderströme der Pumpe gemäß der Erfindung.

Die Axial-Drehkolbenpumpe nach der Erfindung besitzt ein Gehäuse 1 /Fig. 1/, in dessen Innerem auf einer Welle 2 ein umlaufender Zylinderblock 3 angeordnet ist. Im umlaufenden Zylinderblock 3 sind Kolben 4 hin- und herbeweglich untergebracht.

Der Zylinderblock 3 ist von einer Feder 5 an eine feststehende Verteilerscheibe 6 angedrückt, während die Kolben 4 über Schuhe 7 und einen Käfig 8 an eine geneigte Scheibe 9 angepreßt sind, die sich mit der einen Seite an einem Stellkolben 10 und mit der anderen an einer im Gehäuse 1 angeordneten Stellkolbenfeder 11 abstützt. An der Stirnfläche

6a (Fig. 2) der Verteilerscheibe 6, die mit der Stirnfläche 3a /Fig. 1/ des Zylinderblocks 3 zusammenwirkt, sind eine sichelförmige Saugöffnung 12 /Fig. 2/ und eine sichelförmige Drucköffnung 13 sowie eine zusätzliche Öffnung 14 vorgesehen, die über einen Kanal 15 mit einem Behälter 16 Verbindung hat. Der Behälter 16 steht über einen Kanal 17, in dem eine Drossel 18 angeordnet ist, mit der Drucköffnung 13 in Verbindung. Die Kolben 4 /Fig. 1/ begrenzen in den Zylindern des Blocks 3 Arbeitskammern 19, von denen die einen mit der Saugöffnung 12 /Fig. 2/, die anderen aber mit der Drucköffnung 13 in Verbindung stehen. Die Verbindung einer jeden Arbeitskammer 19 mit der Saugöffnung 12 /Fig. 2/ oder mit der Drucköffnung 13 ist mittels einer Austrittsöffnung 20 hergestellt, die in der Stirnfläche 3a /Fig. 1/ des Zylinderblocks 3 angebracht ist. Außerdem weist jede Arbeitskammer 19 eine zusätzliche Austrittsöffnung 21 auf, die ebenfalls in der Stirnfläche 3a /Fig. 1/ des Zylinderblocks 3 ausgeführt ist. Hierbei ist die zusätzliche Öffnung 21 über einen Kanal 22 mit der Arbeitskammer 19 verbunden.

Die zusätzliche Öffnung 14 /Fig. 2/ ist an einer Überbrückung 23 zwischen der Saugöffnung 12 und der Drucköffnung 13 ausgeführt und in radialer Richtung bezüglich der vorerwähnten Öffnungen 12 und 13 außerhalb der Grenzen der

äußeren Kante der Austrittsöffnung 20 der Arbeitskammer 19 /Fig. 1/ gelegen. Jede zusätzliche Austrittsöffnung 21 /Fig. 2/ ist so angebracht, daß im Augenblick, da sich die Arbeitskammer 19 /Fig. 1/ in der Zone der Überbrückung 23 befindet, diese Arbeitskammer nur mittels ihrer zusätzlichen Öffnung 21 /Fig. 2/ mit der zusätzlichen Öffnung 14 der Verteilerscheibe 6 Verbindung hat. Die letztere stellt zugleich den Deckel der Pumpe dar. Der Querschnitt der Drossel 18 ist so gewählt, daß im Augenblick der Verbindung der Arbeitskammer 19 /Fig. 1/ mit der zusätzlichen Öffnung 14 der Druck im Behälter 16 im wesentlichen dem Druck in der Drucköffnung 13 gleich ist.

Die Axial-Drehkolbenpumpe arbeitet folgenderweise: bei der Drehung der Welle 2 /Fig. 1/ und des mit dieser verbundenen Zylinderblocks 3 führen die Kolben 4, indem sie sich mit den Schuhen 7 an der geneigten Scheibe 9 abstützen und zusammen mit dem Block 3 umlaufen, hin- und hergehende Bewegungen aus und verändern das Volumen einer jeden Arbeitskammer 19. Hierbei entspricht die Vergrößerung des Volumens der Arbeitskammer 19 von dessen minimalem bis zum maximalen Wert dem Saughub. In diesem Augenblick wird ein Teil der Arbeitskammern 19 über ihre Öffnungen 20 /Fig. 2/ an der Stirnfläche 3a /Fig. 1/ des Zylinderblocks 3 mit der Saugöffnung 12 /Fig. 2/ der stirnseitigen Verteilerscheibe 6

in Verbindung gesetzt. Beim Abtrennen der Öffnung 20 und demnach auch der Arbeitskammer 19 /Fig. 1/ von der Saugöffnung 12 /Fig. 2/ mit dem Saugdruck  $p_1$  wird die Arbeitskammer 19 /Fig. 1/ über den Kanal 22 und die zusätzliche Öffnung 21 /Fig. 2/ des Zylinderblocks 3 mit der zusätzlichen Öffnung 14 und über den Kanal 15 mit dem Behälter 16 in Verbindung gesetzt, in welchem der Druck dem Förderdruck  $p_2$  gleich ist. Hierbei gelangt die Flüssigkeit aus dem Behälter 16 durch die Öffnungen 21, die Öffnung 14, die Kanäle 22 und den Kanal 15 in die Arbeitskammer 19 /Fig. 1/, indem sie den Druck in dieser auf einen Wert erhöht, der ungefähr dem Druck in der Hauptdruckleitung gleich ist. Im Augenblick der Verbindung der Arbeitskammer 19 mit der Drucköffnung 13 /Fig. 2/ der stirnseitigen Verteilerscheibe 6 findet die Trennung der zusätzlichen Öffnung 21 des Zylinderblocks 3 und der zusätzlichen Öffnung 14 der stirnseitigen Verteilerscheibe 6 und folglich auch der Arbeitskammer 19 /Fig. 1/ von dem Behälter 16 statt und es setzt die Flüssigkeitsförderung mittels des Kolbens 4 in die Drucköffnung 13 /Fig. 2/ der stirnseitigen Verteilerscheibe 6 ein. In Fig. 2 ist mit einer gestrichelten Linie die Lage der Austrittsöffnung 20 der Arbeitskammer 19 des Zylinderblocks 3 im Augenblick der Abtrennung der Arbeitskammer 19 mit Hilfe der zusätzlichen Öffnung 21 von der zusätzlichen Öffnung 14 und dem Behälter 16 und der Verbindung derselben

mit der Drucköffnung 13 der stirnseitigen Verteilerscheibe 6 angedeutet.

Der Behälter 16 wird nach dem Abtrennen der Arbeitskammer 19 durch den Förderdruck über den Kanal 15 und die Drossel 18 beaufschlagt.

Der Querschnitt der Drossel 18 ist so gewählt, daß im Augenblick vor der Ankunft eines nächstfolgenden Kolbens 4 /Fig. 1/ der Druck im Behälter 16 dem Druck in der Hauptdruckleitung gleich ist. Ist der Querschnitt der Drossel 18 zu klein, so kommt der Druck im Behälter 16 nicht dazu, auf die Höhe des Förderdrucks anzusteigen, ist er aber groß, so ist der Betrag von Überströmungen und demnach  $\Delta Q$  infolge der Verkürzung der Zeit der Überströmungen aus dem Hydrauliksystem in den Behälter 16 bedeutend. Im Augenblick der Abtrennung einer nächstfolgenden Arbeitskammer 19 von der Saugöffnung 12 und der Verbindung derselben über die Kanäle 15 und 22 sowie die zusätzlichen Öffnungen 21 und 14 mit dem Behälter 16 wiederholt sich der vorstehend beschriebene Vorgang.

In der vorliegenden Erfindung findet die Veränderung des Drucks in der Arbeitskammer 19 nach deren Abtrennung von der Saugleitung bis auf einen Wert, der dem Förderdruck  $p_2$  nahekommmt, ebenso wie in den Pumpen mit Nullüberdeckung bei der Lage der Öffnung 20 in Umfangsrichtung

in einem Winkel von  $5-8^\circ$  statt. Deswegen kann man die Füllung des Behälters 16 /Überströmungen aus der Druckleitung/ im Falle einer Neunkolbenpumpe auf einen Winkel von  $32-35^\circ$  ausdehnen, weil sich in der Neunkolbenpumpe der Förderprozeß nach jeden  $40^\circ$  wiederholt. Somit wächst in der vorliegenden Erfindung die Zeit der Überströmungen um das 4 bis 5-fache an, was es gestattet, um ebenso viele Male die Wirksamkeit der Senkung der Ungleichförmigkeit der Förderung gegenüber einer Pumpe zu erhöhen, die eine Verteilerscheibe mit Nullüberdeckung besitzt.

Die Effektivität der Senkung der Ungleichmäßigkeit der Pumpenförderung gemäß der Erfindung wird durch ein Schaubild für die Momentanförderströme der Pumpe über der Zeit gemäß Fig. 3 illustriert.

Der Verlauf der Kurve der Ungleichförmigkeit der Pumpenförderung, im oberen Teil des Schaubildes mit einer Vollinie dargestellt, ist durch Addition der Momentanförderströme der einzelnen Kolben der Arbeitskammern konstruiert, die mit der Drucköffnung der Verteilerscheibe verbunden sind. Mit einer gestrichelten Linie ist im oberen Teil des Schaubildes die Summe der Momentanförderströme der Pumpenkolben gezeigt, die nur durch ihre Kinematik bestimmt wird. Hieraus ist ersichtlich, daß die Größe der Ungleichförmigkeit der Pumpenförderung  $\Delta Q$  nur um das 2-3-fache



die Größe der Ungleichförmigkeit der Förderung  $\Delta Q$  übersteigt, die nur durch die Kinematik der Pumpe bestimmt ist; beispielsweise beträgt für eine Neunkolbenpumpe die Größe  $\Delta Q$ , die kinematisch ist, 1,5-2% von der maximalen Förderung der Pumpe.

Im unteren Teil des Schaubildes sind entlang der Achse der Zeit  $t$  die Kurven für die Flüssigkeitsförderung durch die einzelnen Kolben der Arbeitskammern gezeigt, die mit der Drucköffnung der Verteilerscheibe in Verbindung stehen, /oberhalb der Achse  $t$ /, sowie die Kurven für die Flüssigkeitsförderung durch die einzelnen Kolben der Arbeitskammern dargestellt, die mit der Saugöffnung der Verteilerscheibe in Verbindung stehen /unterhalb der Achse  $t$ /, Hierbei sind mit Volllinien im unteren Teil des Schaubildes die für eine Pumpe nach der Erfindung charakteristischen Momentanförderströme bei der Flüssigkeitsförderung durch die einzelnen Kolben gezeigt. Die gestrichelten Abschnitte im unteren Teil des Schaubildes entsprechen der Förderkennlinie einer idealen Pumpe, d.h. einem Fall, bei dem ihre Förderung nur durch die Kinematik der Kolben ohne Berücksichtigung der Überströmungen der Flüssigkeit aus der Hauptdruckleitung in die Arbeitskammer und umgekehrt bestimmt wird.

2837178

- 25 -

Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

2837178  
F 04 B 1/20  
25. August 1978  
6. März 1980

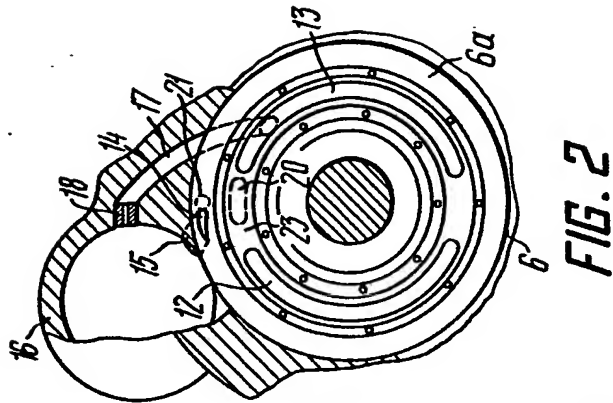


FIG. 2

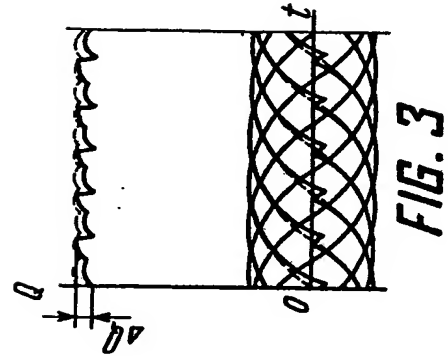


FIG. 3

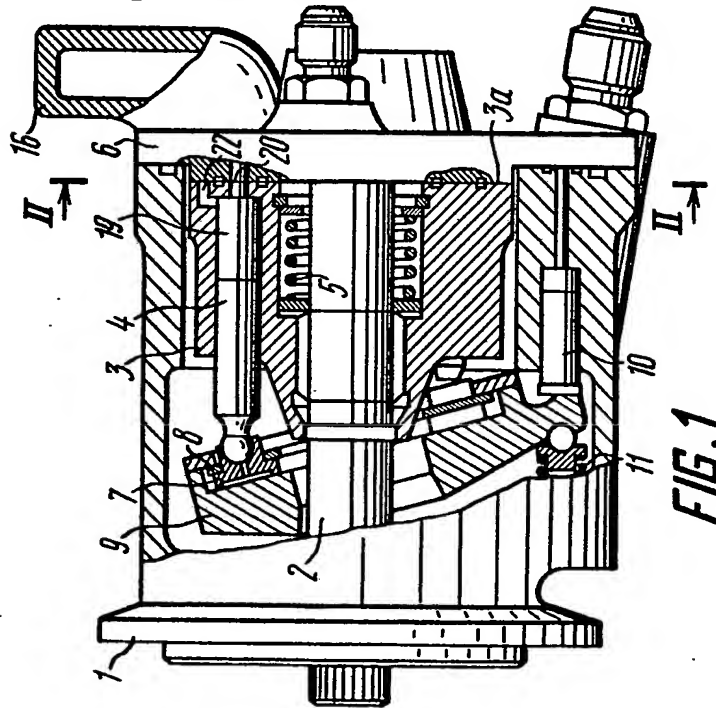


FIG. 1

030010/0343

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**